Die Blutmenge in der Schwangerschaft

Experimentelle Untersuchung mit Hilfe der von Seyderhelm und Lampe angegebenen Methodik

---

Inauguraldissertation

zur Erlangung der

Medizinischen Doktor-Würde

einer **Hohen Medizinischen Fakultät** der **Albert Ludwigs-Universität** zu Freiburg im Breisgau vorgelegt von

Karl Böttcher

aus Benrath am Rhein

Referent: Privatdozent Dr. Kräuter

JOH. EWICH, DUISBURG.

1928

Die Blutmenge in der Schwangerschaft

Experimentelle Untersuchung mit Hilfe der von Seyderhelm und Lampe angegebenen Methodik

---

Inauguraldissertation

zur Erlangung der

Medizinischen Doktor-Würde

einer **Hohen Medizinischen Fakultät** der **Albert Ludwigs-Universität** zu Freiburg im Breisgau vorgelegt von

Karl Böttcher

aus Benrath am Rhein

Referent: Privatdozent Dr. Kräuter

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Die Blutmenge in der Schwangerschaft.

Experimentelle Untersuchung mit Hilfe der von Seyderhelm und Lampe angegebenen Methodik.

Neue Untersuchungsmethoden führen zwangsläufig dazu, alte nach anderen Methoden gefundene Ergebnisse zu überprüfen. Mit Freude übernahm ich die mir gestellte Aufgabe, die Blutmenge bei Schwangeren zu untersuchen. Als Methode benutzte ich die von Seyderhelm und Lampe ausgearbeitete.

Bei der Orientierung über die bisher gebräuchlichen Methoden fand ich, daß sich 2 Hauptgruppen von Untersuchungsmethoden unterscheiden lassen. Bestimmungen der Gesamtblutmenge wurden gemacht:

Erstens mit Hilfe der direkten Methode, bei der man durch Ausblutenlassen des Versuchstieres und Auswaschung der zerkleinerten Organe und direkter Bestimmung des Hämoglobins den Anteil des Blutes am Gesamtkörpergewicht feststellte.

Zum anderen versuchte man indirekt die Blutmenge zu bestimmen, indem man alle möglichen chemischen Lösungen in die Blutbahn injizierte und aus ihrer Verteilung in einer bestimmten Zeit und aus ihrer dadurch bedingten Verdünnung indirekt die Gesamtblutmenge erschloß.

Oder man suchte genau bekannte Mengen eines Gases einatmen zu lassen, z. B. CO, und bestimmte die Gesamtblutmenge nach der Menge des an Hämoglobin gebundenen CO.

Direkte Blutmengenbestimmungen an schwangeren Frauen sind bisher nicht gemacht worden. An schwangeren Kaninchen stellte Anufrijew 1910 eine Vermehrung der Gesamtblutmenge fest. Ähnliche Versuche stammen von Spiegelberg und Gscheidlen, die ebenfalls eine Erhöhung in der Schwangerschaft fanden.

Eine Aufführung aller Methoden, mit denen je Blutmengenbestimmungen gemacht worden sind, erübrigt sich nach dem großen Referat von Seyderhelm und Lampe, würde auch zudem den Rahmen dieser Arbeit überschreiten. Von Wichtigkeit waren nur die Arbeiten, in denen versucht wurde, die Blutmenge bei Schwangeren festzustellen.

Fries fand bei schwangeren Frauen mit Hilfe der v. Behringschen Antitoxinmethode eine geringere Blutmenge als bei Nichtschwangeren.

Mahnert bestimmte die Blutmenge in der Schwangerschaft nach der von de Crinis angegebenen Methodik, die darin besteht, daß der Serumeiweißgehalt des Blutes nach einer Injektion von Ringerlösung durch refraktometrische Messungen bestimmt wurde. Er fand eine z. T. sehr beträchtliche Erhöhung der Blutmenge.

Sehr viel genauer wurden die Ergebnisse, als man daran ging, durch eine Injektion von Farbstoffen und ihrer kalorimetrisch gemessenen Verdünnung die Blutmenge zu bestimmen. Die von den ersten Untersuchern gefundenen Werte an Normalen zeigten eine wesentlich geringere Schwankung, als man sie bei den bisherigen Methoden gewohnt war. Eingeführt wurde diese neue Versuchsmethodik 1915 von den Amerikanern Keith, Geragthy und Rowntree. In Deutschland arbeiteten mit dieser Methodik an Schwangeren Kaboth, Neubauer und Koch und Jakobovits. Kaboth und Neubauer fanden eine

deutliche Erhöhung der Blutmenge in der Schwangerschaft, während Koch und Jakobovits auf Grund ihrer Versuchsergebnisse dem widersprachen. Alle vier Untersucher bedienten sich der Methode von Griesbach. Nach der gleichen nur wenig abgeänderten Methode fanden Bohnen und Borrmann ebenfalls eine Erhöhung der Blutmenge in der Schwangerschaft. Die Griesbachsche Methode ist folgendermaßen: Injektion einer bestimmten Menge Farblösung. Entnahme von 15 ccm Blut nach einer bestimmten Zeit. Vergleich der Serumfarblösung mit einem geeichten Standard im Kolorimeter Autenrieths. Aus der Verdünnung ergibt sich dann die Plasmamenge direkt. Die Blutmenge errechnet sich dann aus der Plasmamenge und dem durch Hämatokrit gefundenen Blutkörperchenvolumen leicht nach der Formel:

$$\text{Blutmenge} = \frac{\text{100 mal Plasmamenge ccm}}{\text{100 minus Körperchenvolum \%}}.$$

Der Nachteil dieser Methode beruht in der Farbdifferenz zwischen Plasma und dem farblosen Wasser des Standard. Verbessert wurde dieser Nachteil von Seyderhelm und Lampe dadurch, daß sie statt Wasser Serum zur Herstellung der Vergleichslösung gebrauchten. Da, soweit ich aus der Literatur zu ersehen vermochte, noch keine Bestimmungen mit der von Seyderhelm und Lampe angegebenen Methode der Blutmengenbestimmung an Schwangeren gemacht worden sind, entschloß ich mich zu dieser Methode, zudem ist sie auch die bisher genaueste. Recht interessant ist die Zusammenstellung der bisher mit den verschiedensten Methoden gefundeneu Werte der Blutmenge in der Schwangerschaft. Im Folgenden sind die Versuchsergebnisse der folgenden Autoren mit der jeweiligen Methode angegeben, die gleichzeitig mit derselben Methode an Schwangeren und Nichtschwangeren gemacht wurden. Ein Vergleich zwischen den Schwangeren und Nichtschwangeren hat ja nur dann einen Sinn, wenn die Versuche nach derselben Versuchstechnik angeordnet und dann erst gegeneinander ausgewertet werden.

Um die Ergebnisse übersichtlich zu gestalten, wurden sie auf Prozente und Bruchteile des Körpergewichts umgerechnet.

Farbinjektionsmethode.

			Methode Griesbach
Koch und Jakobovits, keine Unterschiede			„
Neubauer,	Nichtschwangere	6,76% = 1/14,8	„
	Schwangere	7,36% = 1/13,5	„
Kaboth,	Nichtschwangere	6,21% = 1/16	„
	Schwangere	6,86% = 1/14,6	„
Bohnen u.	Nichtschwangere	6,4 % = 1/15,5	„
Borrmann	Schwangere	7,3 % = 1/13,7	„

Es betrug also im Vergleich die Erhöhung der Gesamtblutmenge 0,6% des jeweiligen Körpergewichts bei Neubauer und Kaboth. Bohnen und Borrmann fanden eine Erhöhung um 0,9%, allerdings ist bei ihnen das Ergebnis aus den Untersuchungen der Monate 1—10 zusammengezogen worden und sie glauben, eine besonders starke Vermehrung der Blutmenge gerade in den ersten Monaten der Schwangerschaft gefunden zu haben. Allein auf die zweite Hälfte der Schwangerschaft berechnet, fanden sie auch eine Erhöhung der Blutmenge um 0,6%.

Wie schon oben erwähnt, wurden schon 1915 von amerikanischen Autoren, und zwar von Keith, Geragthy und Rowntree erstmalig kolloidale Farbstoffe zur Bestimmung der Blutmenge injiziert, und die Menge des Gesamtblutes aus dem Verteilungsquotienten errechnet, der kolorimetrisch nach einer bestimmten kurzen Zeit in einer bestimmten Menge entnommenen Blutes nachzuweisen war. Dieselben Untersucher stellten damals schon im wesentlichen die Grundbedingungen fest, die an einen zu injizierenden Farbstoff zu stellen waren. Die Amerikaner untersuchten Vitalrot auf die später noch zu erörternden Grundbedingungen. In Deutschland untersuchten

Seyderhelm und Lampe Trypanblau, Goldhydrosol und Trypanrot. Griesbach verwandte ebenso wie Harris Kongorot. Die Bedingungen, die ein kolloidaler gelöster Farbstoff erfüllen muß, um für Blutmengenbestimmung benutzt werden zu können, sind kurz folgende: Der Farbstoff muß eine möglichst lange Verweildauer in der Blutbahn haben, er muß also hochmolekular sein. Seine Wasserlöslichkeit muß sehr gut sein, und er darf nicht giftig wirken. Vorher zu bestimmen ist ferner seine elektrische Ladung, die, um eine Adsorption durch die roten Blutkörperchen zu verhindern, in Größe und Menge der der Erythrozyten gleich sein muß. Der Farbstoff muß also im Plasma elektronegativ sein. Ferner muß die Membran der roten Blutkörperchen für ihn undurchlässig sein. Mehr oder weniger unwesentlich ist die Bedingung, daß er keine Verfärbung der Skleren und Lippenschleimhaut hervorrufen soll.

Für meine Untersuchungen wählte ich Trypanrot (Casella), von dem Seyderhelm und Lampe und Büttner festgestellt hatten, daß er den geforderten Bedingungen gut entsprach. In der Versuchstechnik hielt ich mich eng, wie es der mir gestellten Aufgabe entsprach, an die von Seyderhelm und Lampe angegebene Versuchstechnik und benutzte die von ihnen im Folgenden geschilderten Formeln mit den kurzen Abänderungen und Zusätzen, die ich mit Rücksicht darauf zu machen hatte, daß ich ja Schwangere zu untersuchen hatte.

Es wurde vorher festgestellt: Gewicht der nur mit einem Hemde bekleideten Schwangeren, Monat der Schwangerschaft, Alter der Schwangeren, ob Erst- oder wievielt Mehrgebärende. Prinzipiell ausgeschlossen wurden schon jetzt alle sehr mageren und adipösen Versuchspersonen, da bei diesen, wie bekannt, schon normalerweise d. h. ohne Schwangerschaft eine Änderung in der Blutmenge zu beobachten ist. Da dieses Gewicht sich nun aber aus den beiden Komponenten Mutter und Ei zusammensetzt, mußte auf das Eigengewicht der Mutter reduziert werden. Diese Berechnung wurde nach der Tabelle von Zangemeister aufgestellt. Zangemeister fand bei seinen Untersuchungen,

die er an einer großen Zahl von Fällen vornahm, folgende Zahlen:

Ende des Monats	Frucht gr	Plazenta gr	Fruchtwasser gr	Gesamtei gr
3	45	33	45	123
4	100	70	85	255
5	270	120	165	555
6	650	195	310	1155
7	1100	275	510	1885
8	1650	365	720	2735
9	2300	445	950	3695
10	3242	504	1150	4896

Bei meinen Untersuchungen war eine Berechnung, wie ich feststellte, über die erste Dezimale ohne Bedeutung. Da meine Untersuchungen sich aber nicht immer genau in das Ende des Monats verlegen ließen, sondern oft in die Mitte zwischen zwei Monaten fielen, benutzte ich die folgenden aus der obigen Zangemeisterschen Untersuchung abgeleiteten Zahlen.

Mens 6	—	1,2 kg
„ 7	—	1,9 „
„ 7½	—	2,3 „
„ 8	—	2,7 „
„ 8½	—	3,2 „
„ 9	—	3,7 „
„ 9½	—	4,3 „
„ 10	—	4,9 „

Tatsächliches Gewicht der Schwangeren also z. B. im 9. Monat

Gesamt-Gewicht	70,5 kg
minus Eigewicht	3,7 kg
	66,8 kg

Nachdem so das Gewicht festgestellt worden war, wurde aus einer nur kurz gestauten Armvene 30 ccm Blut entnommen und mit 3 ccm einer Ammoniumoxalatlösung sofort gemischt, um eine Gerinnung zu verhüten. In die Armvene wurde dann

durch die gleiche liegenbleibende Nadel 10 ccm einer Trypanrotlösung injiziert, die soviel mgr Trypanrot enthielt, wie die Versuchsperson kg wog. Nach 4 Minuten wurde aus der Kubitalvene des bisher unbenutzten Armes 10 ccm aus der ungestauten Vene entnommen und mit 1 ccm Ammoniumoxalatlösung versetzt. Die Ammoniumoxalatlösung enthielt 2 g Ammoniumoxalat, 0,9 g NaCl und Aqua dest. ad 100,0.

Die Herstellung der zu injizierenden Trypanrotlösung geschah folgendermaßen. Von einer frisch bereiteten, steril filtrierten 1%igen Trypanrotlösung (Trypanrot in dest. Wasser gelöst), wurden in ein sterilisiertes kleines Becherglas 20 ccm eingelassen, dazu kamen 5 ccm einer sterilen 2%igen NaCl-Lösung. Die Mischung wurde über dem Wasserbade zwecks Sterilisation auf 20 ccm eingedampft. Nimmt man jetzt hiervon x ccm und verdünnt sie auf 20 ccm, kocht sie dann auf 15 ccm ein und nimmt hiervon 10 ccm, so enthalten diese 10 ccm Lösung soviel Milligramm Trypanrot, wie die Patientin kg wiegt.

x berechnet sich nach der von mir aufgestellten Formel

$$x = \frac{15 \cdot G}{100},$$

dabei ist G das reduzierte Körpergewicht.

Die zu bestimmenden Werte sind:

1) Hämatokritwert des Oxalatblutes,

2) Verdünnung der injizierten Lösung im Blut.

Mit dem Oxalatblut wurden 2 gerade, geeichte und nachgeprüfte Hämatokriten gefüllt. Nach 1/2-stündigem Zentrifugieren auf einer elektrischen Zentrifuge mit 3500 Umdrehungen in der Minute und einem Radius von 18 cm wurde der Hämatokritwert abgelesen. Dabei wurde jeweils sorgfältig untersucht, ob Blut während des Zentrifugierens ausgetreten

war oder nicht. War dies der Fall, dann wurde der Versuch wiederholt.

Dann wurde in derselben Zentrifuge sowohl das Oxalatblut wie das Farboxalatblut je eine halbe Stunde zentrifugiert. Danach das Oxalatplasma und das Farboxalatplasma sorgfältig abgehebert und in Kölbchen gebracht. Aus dem gewonnenen Oxalatplasma und einer auf der chemischen Wage gewogenen Menge Trypanrotlösung wurde jetzt die Standardlösung für den Keil des Autenrieth-Kolorimeters hergestellt. Die Restmenge des Oxalatplasmas wurde verwandt, um eine 75%ige Standardlösung herzustellen. Der Trog des Autenrieth wurde nun mit der 100%igen Standardlösung und ebenso der Keil gefüllt, abgelesen, und die Werte in ein Koordinatensystem eingetragen; dann der Wert, der sich ergab bei einer Füllung des Trogs mit der 75%igen Standardlösung. Durch Verbindung der beiden Punkte ergab sich die Eichkurve für das zu bestimmende Farboxalatplasma. Der Trog wurde nun mit dem Farboxalatplasma gefüllt und die Skalenteile abgelesen; in der Kurve fand man dann den entsprechenden Prozentwert auf den — Standard = 100% — bezogen, dieser gefundene Wert wurde mit e bezeichnet.

Sehr erleichtert wird die Ablesung im Autenrieth, wenn man die Standardkonzentration so wählt, daß die Ablesung in den oberen dicken Teil des Keils fällt. Um dies zu erreichen, nimmt man folgende Berechnung vor. Annahme, ein Mensch besitzt pro kg 45 ccm Plasma. Ein Patient wiege nun 60 kg, so hätte er eine Plasmamenge von 2700 ccm Plasma. Addiert man dazu noch 1/6 der Plasmamenge, so hätte man eine Plasmamenge von ca. 3100 ccm. In diese 3100 ccm wären 10 ccm Trypanrotlösung injiziert und durch die Blutbewegung gleichmäßig verteilt worden. Sie entsprächen also einem Prozentgehalt von ca. 0,32%. Dies entspricht einer Menge von 0,0032 = 3,2 Milligramm Trypanrotlösung pro 1 ccm Standardplasma. Im allgemeinen braucht man 15 ccm Plasma zur Herstellung der Standardlösung.

Die Ableitung der Berechnungsformel übernahm ich wörtlich der Arbeit von Seyderhelm und Lampe nach genauer Prüfung.

Das durch Hämatokrit gewonnene Blutkörperchenvolum sei . . . . . = k

Das Volum des zur Standardherstellung benutzten Oxalatplasmas sei . . . . . = p

Das Volum der zur Standardherstellung benutzten Trypanrotlösung sei . . . . . = a

Das Volum der injizierten Farblösung sei . . . . = f

Das Volum der entnommenen Farbblutprobe sei . = b

Das Volum des zu b zugesetzten Oxalates sei . . = o

Die gegen den Standard abgelesenen Eichprozente des Farboxalatplasmas, das aus b und o gewonnen wurde, seien . . . . . = e

Die Verdünnung von a in (p + a) ist $\frac{p + a}{a}$ fach. Die Verdünnung des Farboxalatplasmas, das aus b und o gewonnen wurde, ist also $\frac{p + a}{a} \cdot \frac{100}{e}$ fach. Die injizierten f ccm Farblösung sind also auf $\frac{100\ f\ (p + a)}{a\ e}$ ccm verdünnt.

Wäre die ganze Blutmenge des Menschen so behandelt worden, so hätten sich also $\frac{100\ f\ (p + a)}{a\ e}$ ccm Farboxalatplasma ergeben müssen. Wie groß ist nun das Volumen des darin enthaltenen Ammoniumoxalates?

b ccm Farbblut sind mit o ccm Ammoniumoxalat versetzt; b ccm enthalten $\frac{(100 - K)}{100}$ · b ccm Plasma.

$\frac{(100 - K) \cdot b}{100}$ ccm Plasma sind also mit o ccm Oxalat versetzt

$\left[\frac{(100 - K) \cdot b}{100} + o \right]$ ccm Oxalatplasma enthalten mithin o ccm Oxalat.

$\left[\frac{100 \cdot f (p + a)}{a \cdot e} - f \right]$ ccm Oxalatplasma enthalten also:

$$\frac{o \left[\frac{100 f (p + a)}{a e} - f \right]}{\left[\frac{(100 - K) b}{100} + o \right]} \text{ ccm Oxalat.}$$

Das Volum des Gesamtplasmas beträgt also:

$$\left[\frac{100 f (p + a)}{a \cdot e} - f \right] - \frac{o \left[\frac{100 f (p + a)}{a \cdot n} - f \right]}{\left[\frac{(100 - K) b}{100} + o \right]} \text{ ccm,}$$

oder $\left[\frac{100 f (p + a)}{a \cdot e} - f \right] \cdot \left[1 - \frac{o}{\frac{(100 - K) \cdot b}{100} + o} \right]$ ccm.

Also ist die Blutmenge B gleich

$$B = \frac{100}{(100 - K)} \cdot \text{Gesamtplasma}$$

oder $B = \frac{100}{(100 - K)} \cdot \left[\frac{100 f (p + a)}{a \cdot e} - f \cdot \right]$

$$\left[1 - \frac{o \cdot 100}{(100 - K) \cdot b + 100 \cdot o} \text{ ccm.} \right]$$

Zu dieser Blutmenge sind dann noch die 40 ccm entnommenes Blut hinzuzunehmen.

Das Gewicht der Blutmenge ergibt sich aus Blutmenge ccm mal spezifischem Gewicht des Blutes = 1,05. Das Gewicht

des Plasma ist = Plasmamenge ccm mal spezifischem Gewicht des Plasma = 1,03.

Die ccm Plasma bzw. Blut pro kg ergibt sich einfach, indem man das Körpergewicht durch die gefundene Blut- bzw. Plasmamenge ccm dividiert.

Die Prozentgewichte ergeben sich einfach, indem man das Gewicht durch die gr-Menge des Blutes bzw. Plasmas dividiert und auf 100 bezieht.

Kritische Bemerkungen zur Methodik.

1. Man könnte annehmen, daß durch den Ammoniumoxalatzusatz der Hämatokritwert sich erheblich änderte, dies ist aber wie Seyderhelm und Lampe nachgewiesen haben, nicht der Fall. Bei einem Vergleich zwischen Ammoniumoxalatblut und Hirudinblut ergab sich, daß die beiden Hämatokritwerte nur um 1,1% voneinander abweichen.

2. Um jeder Veränderung des Blutes etwa besonders im Sinne einer Hämolyse und einer dadurch bedingten Farbänderung auszuschalten, wurde das Blut sofort untersucht und verwertet.

3. Wie schon erwähnt wurden alle irgendwie auffällig mageren oder adipösen Schwangeren von den Untersuchungen ausgeschlossen.

4. Alle Versuche, bei denen eine Entnahme des Farbblutes nicht spätestens in der 5. Minute gelang, wurden, obwohl dies nicht wenige waren, nicht fortgeführt. Zum Teil erklärt dies die geringe Anzahl der Versuche.

5. Alle Patientinnen wurden entweder morgens um 11 Uhr oder am Nachmittag um 5 Uhr untersucht. Wobei sie einmal kein Frühstück oder im anderen Falle kein Kaffeebrot zu sich genommen hatten.

6. Eine Fehlerquelle ließ sich nie ganz sicher ausschließen. Die Milz kann, wie wir aus den Untersuchungen von Barcroft wissen, eine große Menge von Blut auf alle möglichen Reize hin aufnehmen und abgeben. Durch eine Abstoßung von allen Patientinnen, die besonders aufgeregt waren, hoffe ich, wenigstens die groben Fehler vermieden zu haben. Außerdem kann die Milz doch keine zu große Rolle spielen. Dagegen spricht die Gleichheit der Ergebnisse der Untersuchungen der verschiedensten Untersucher an normalen Männern und Frauen.

Wollte man die sonstige Blutverteilung als Gegenargument anerkennen, so hieße das die Unmöglichkeit der Untersuchung im Anfang schon erklären. Zudem spricht gegen dieses Argument die Gleichartigkeit der Ergebnisse bei verschiedenen Untersuchern und verschiedenen Methoden.

Meine ersten Versuche hatten sich darauf zu erstrecken, wie groß die Blutmenge bei Nichtschwangeren war. Es war zuerst beabsichtigt, eine größere Zahl von Nichtschwangeren zu untersuchen. Nach den ersten drei Versuchen konnte dieser Plan, der zudem wegen des geringen geeigneten poliklinischen Materials auf große Schwierigkeiten stieß, aufgegeben werden, da sich eine fast genaue Übereinstimmung der einzelnen Resultate an Nichtschwangeren ergab, die andere Untersucher mit der gleichen Methodik fanden. Bei meinen drei Fällen fand ich:

Name	kg.	Alter	Plasmamenge					Blutmenge ccm			
			absolut ccm	pro kg ccm	Brucht. des Körperg.	%	Blutkörperchenvol	absolut ccm	pro kg ccm	Brucht. des Körperg.	%
Br.	70,2	21	3264	45	1/21,7	4,5	45	5976	84	1/11,9	8,4
W.	58,1	24	2672	46	1/21,7	4,6	45	4898	84	1/11,9	8,4
Bö.	57,5	26	2587	44	1/22,7	4,4	46	4830	84	1/11,9	8,4

Vergleicht man diese Werte mit den Werten der anderen Untersucher, wie sie in der Tabelle in der Seyderhelm und Lampeschen Arbeit angegeben sind, so ergibt sich daraus ohne weiteres die Berechtigung, an dieser Stelle schon die Versuche abzubrechen.

Die erwähnte Tabelle lautet:

Methode	Plasmamenge			Blutmenge		
	in % des Körpergewichts	in Bruchteil des Körpergewichts	ccm pro kg	in % des Körpergewichts	in Bruchteil. des Körpergewichts	ccm pro kg
Vitalrot	5,15	1/19,4	50	8,8	1/11,4	85
Trypanblau	4,63	1/21,6	45	8,59	1/11,64	82
Trypanrot	4,5	1/22,39	44	8,7	1/11,5	83

In dieser Tabelle stammen die Ergebnisse mit Vitalrot aus den Untersuchungen von Keith, Geragthy und Rowntree, die mit Trypanblau und Trypanrot von Seyderhelm und Lampe.

Bei den an Schwangeren angestellten Versuchen mußte ich mich, da während der ganzen Untersuchungszeit keine normalen Schwangeren die Poliklinik aufsuchten, auf die Untersuchung der Hausschwangeren beschränken. Diese unehelichen Mütter suchen die Klinik aber erst auf, wenn die Schwangerschaft schon soweit vorgeschritten ist, daß sie ihre Dienststelle nicht mehr ausfüllen können. Es ergab sich daher von selbst, daß zur Untersuchung nur Schwangere aus der zweiten Hälfte der Schwangerschaft kamen. Für die Feststellung, ob die Blutmenge erhöht ist, ist aus praktischen Gründen (Blutverlust während der Geburt), aber vor allen Dingen das Ende der Schwangerschaft von Bedeutung. Zudem ist von anderen Untersuchern schon festgestellt (allerdings mit Ausnahmen), daß eine Erhöhung der Blutmenge vor allem in der zweiten Hälfte der Graviditat stattfindet.

Die Ergebnisse der Untersuchung waren folgende:

Nr.	Name	alt	para	mens	Gewicht	Fruchtgewicht	Reduz. Gewicht	K	∎	Plasma						Blut					
										ccm Gesamt-Plasma	ccm pro kg	Plasma gr	gr pro kg	%	Bruchteile des reduz. Gewichts	ccm Blut	ccm pro kg	gr Blut	gr pro kg	%	Bruchteile des reduz. Gewichts
1	Leimenstoll	20	I	7	62	1,9	60,1	43	81	3230	53	3327	55	5,5	1/18,1	5706	94	5991	99	9,9	1/10,1
2	Waibel	26	II	8	64,7	2,7	62	41	82	3313,6	53	3413	55	5,5	1/17,5	5656	91,6	5939	96	9,6	1/10,4
3	Weckerle	23	I	8½	61,2	3,2	58	41	86	2955	51	3044	52,5	5,25	1/19	5200	89,6	5460	94	9,4	1/10,6
4	Bannert	23	I	9	67,2	3,7	63,5	41	87,5	3284	51,7	3383	53	5,3	1/18,8	5606	88	5886	92,4	9,2	1/10,8
5	Dorer	26	I	9	61,5	3,7	57,8	41	85	3141	54	3235	55,6	5,6	1/17,8	5363	92,7	5631	97,3	9,7	1/10,3
6	Rabus	24	I	9	67,2	3,7	63,5	41	85	3385	53,3	3486	54,9	5,5	1/18/2	5777	91	6065	95,5	9,55	1/10,5
7	Merz	20	I	9½	58,6	4,3	54,3	43	76	2785	51	2868	52,8	5,3	1/18,8	4926	90,7	5172	95	9,5	1/10,5
8	Boos	21	I	10	69,5	4,9	64,6	43	82	3477	53,8	3581	55,4	5,54	1/18,1	6140	95	6447	99	9,9	1/10,1
9	Wilkmann	28½	IV	10	67,4	4,9	62,5	42	72	3394,6	54,3	3495,8	56	5,6	1/17,8	5892	94	6187	99	9,9	1/10,1
10	Aschenbrenner	26	I	10	49,1	4,9	44,2	41	86	2475	56	2549	57,6	5,8	1/17,9	4234	95,7	4445,7	100	10	1/10

Sieht man sich die Ergebnisse an, so fällt sofort auf, daß sie in den einzelnen Monaten gegen Ende der Schwangerschaft ziemlich schwanken. Dies ist aber weiter nicht verwunderlich, wenn man bedenkt, wie verschieden selbst gesunde Schwangere auf das doch immerhin als physiologisch anzusprechende Ereignis der Schwangerschaft mit ihrem ganzen Stoffwechsel und Energiehaushalt reagieren.

Um vergleichen zu können, ist es erforderlich, die einzelnen Werte zu addieren und den Mittelwert zu berechnen. Diese Werte ergeben folgendes:

	Blutkörperchenvol.	Plasma % des Gew.	Blut % des Gew.	
Nichtschwangere	45	4,5	8,4	
Schwangere	41,7	5,6	9,7	

Wie aus dieser Tabelle ganz eindeutig zu sehen ist, ist die Blutmenge in den Monaten 7—10 der Schwangerschaft um 1,3% des reduzierten Körpergewichts erhöht.

Sind also normalerweise etwa 84 ccm Blut pro kg vorhanden, so hat man am Ende der Schwangerschaft eine Menge von 92 ccm pro kg. Das wäre bei einem Körpergewicht von 50 kg eine Vermehrung von 400 ccm.

Das Blutkörperchenvolum hat sich um 3,3% geändert, und zwar gesenkt. Doch ist diese Senkung des Blutkörperchenvolums nicht eine zunehmende. Die einzelnen Frauen verhalten sich da etwas verschieden. Man hat also mit einer geringen Hydrämie in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft zu rechnen.

*

Zusammenfassung.

Bei meinen Untersuchungen mit Hilfe der von Seyderhelm und Lampe angegebenen Methodik fand ich unter Berücksichtigung des Eigengewichts nach den Angaben Zangemeisters eine Blutmenge von 84 ccm pro Kilo bei Nichtschwangeren und eine Blutmenge von 92 ccm im Mittel bei Schwangeren. Das heißt auf das Körpergewicht in % umgerechnet, eine Erhöhung um 1,3%, im Gegensatz zu den Untersuchern, die nur eine Erhöhung von 0,6% fanden.

*

Literatur.

Behring und de Fries,	Zeitschr. f. Geb. u. Gyn. 69, 340
Bohnen und Borrmann,	Arch. f. Gyn. Bd. 125, H1.
Büttner,	Diss. Göttingen 1923
Erlanger,	zitiert Harris Physiol. Rev. 1921, 1 Nr. 2
Feringa und van Crefeld,	Berichte über die gesamte Physiologie 10, 246, 1922
Geragthy, Keith u. Rowntree,	Arch. of internal. med. 1915/16, S. 547
Griesbach,	D. M. W. 1921, Nr. 43. S. 1009
Gscheidlen,	Pflügers Archiv f. d. ges. Phys. 7, 530
Harris,	The British journal of exp. path. 1920/21, S. 142
Jaschke,	Z. f. d. ges. Gyn. u. Geb. Bd. I, 416
Kaboth,	Zentralbl. f. Gyn. 1923, H. 13
Koch und Jakobovits,	Berliner Klin. Wochenschrift 1922, Nr. 31
Lampe, Bennhold, Seyderhelm,	Dtsch. Arch. f. Gyn. 1923, 142, 23
Mahnert,	Arch. f. Gyn. 1921, S. 168
Neubauer,	D. M. W. 1923, Nr. 16
Plesch,	Berliner Klin. Wochenschrift 1920, Nr. 45
Plesch,	Zeitschr. f. exp. Path. u. Therapie, 1909, H. 11
Plesch und Zuntz,	Biochem. Zeitschrift, 1908, XI. 147. Zeitschr. f d. ges. exp. Medizin 1923, Bd. 35
Spiegelberg und Gscheidlen,	Arch. f. Gyn. 34, S. 112
H. J. Stander u. A. N. Creadick,	Ref. in Z. f. Gyn. 1924, 29
Seyderhelm und Lampe,	Zeitschr. f. d. ges. exp. Medizin 1922, Bd. 30
Seyderhelm und Lampe,	Zeitschr. f. d. ges. exp. Medizin 1923, Bd. 35
Zangemeister,	Zeitschr. f. Geb. u. Gyn. Nr. 49, S. 92, 1916, Bd. 78, S. 325
Zuntz und Cohnstein,	Pflügers Arch. XXXIV S. 191, 1884
Zuntz und Cohnstein,	Zentralbl. f. Gyn. 1911, 35, S. 1385

Lebenslauf.

Ich, Karl Böttcher, wurde am 3. Juli 1902 als Sohn des Oberingenieurs Karl Böttcher und seiner Ehefrau Elisabeth, geb. Schumacher in Benrath am Rh. geboren. Von Ostern 1911 bis Ostern 1921 besuchte ich die Oberrealschule zu Duisburg, wo ich Ostern 1921 das Abiturium und gleichzeitig das Latinum bestand.

Von Ostern 1921 bis Ostern 1924 studierte ich in Freiburg im Breisgau, wo ich im März 1924 das Physicum mit gut bestand. Im Sommersemester 1924 studierte ich an der Medizinischen Akademie in Düsseldorf. Im Wintersemester 1924/25 studierte ich in München. Die letzten drei Semester, von Ostern 1925 bis Herbst 1926 studierte ich in Freiburg.

Das Staatsexamen bestand ich in der Zeit vom 4. Oktober 1926 bis 23. Dezember 1926 mit der Gesamtnote sehr gut.

Für die Anregung zu dieser Arbeit sowie für manche Unterstützung bin ich Herrn Privatdozent Dr. Kräuter von der Universitäts-Frauenklinik in Freiburg zu ganz besonderem Dank verpflichtet.

*